5Ш

УДК 004.89; 004.822:514

Е.А. Шалфеева
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия
Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Концептуальная модель интегрированного комплекса интеллектуальных сервисов и средств управления ими

E.A. Shalfeeva
FEFU, Vladivostok, Russia

Conceptual Model of Integrated Complex of Intelligent Services and its Control Tools

О.А. Шалфєєва
Далекосхідний федеральний університет, м. Владивосток, Росія
Росія, м. Владивосток, вул. Суханова, 8

Концептуальна модель інтегрованого комплексу інтелектуальних сервісів і засобів управління ними

В статье рассматривается задача обеспечения качества интеллектуальных сервисов, осуществляющих поддержку принятия решений специалистов на основе баз знаний. Для постоянного повышения качества принимаемых решений параллельно с автоматизацией принятия решений должно осуществляться управление качеством баз знаний. Предложена концептуальная модель системы, объединяющая решатели задач, компоненты редактирования информации и документирования результатов, базы знаний и средства их непрерывного усовершенствования.
Ключевые слова: интеллектуальная деятельность, база знаний, решатель задач, управление качеством базы знаний.

In the article the problem of ensuring quality of the intelligent services supporting decision-making on the basis of knowledge bases is considered. For continuous improvement of decision-making quality in parallel with decision-making automation quality control of knowledge bases has to be carried out. Necessary components of such system providing embedding in the existing organization of intelligent activity are considered.
Key words: intelligent activity, knowledge base, task's solver, knowledge base quality control.

У статті розглядається задача забезпечення якості інтелектуальних сервісів, які здійснюють підтримку прийняття рішень фахівців на основі баз знань. Для постійного підвищення якості прийнятих рішень паралельно з автоматизацією прийняття рішень має здійснюватися управління якістю баз знань. Запропоновано концептуальну модель системи, яка об'єднує вирішувачі завдань, компоненти редагування інформації та документування результатів, бази знань та засоби їх безперервного вдосконалення.
Ключові слова: інтелектуальна діяльність, база знань, вирішувач завдань, управління якістю бази знань.

Анализ организации повседневной интеллектуальной деятельности показывает необходимость проектирования программных систем для автоматизации выполнения интеллектуальной деятельности и управления ее качеством [1]. К управлению качеством такой деятельности относится не только контроль принимаемых решений, но и обновление знаний – их уточнение и расширение.

Необходимость автоматизации контроля принимаемых специалистами решений стала очевидна еще в конце 1990-х годов [2]. Поддержка таких управленческих мер, как правило, осуществляется через автоматизацию документооборота [3], [4]. Кроме

поддержки мер контроля решений, автоматизируют и контроль качества используемых знаний, изменение которых необходимо как на основе новых научных исследований, так и на основе опыта практической работы.

Из-за недостаточного внимания поддержке процесса управления качеством баз знаний, ранее разрабатываемые системы, основанные на знаниях, так и не были встроены в организационную структуру учреждений и не оказывают систематическую поддержку в повседневной интеллектуальной деятельности специалистов. Для того чтобы встроить в организационную структуру учреждений средства поддержки ее интеллектуальной деятельности, надо организовать цикл непрерывного улучшения знаний, на которых основана эта поддержка. Поэтому необходима реалистичная модель автоматизации интеллектуальной деятельности и управления качеством используемых баз знаний.

Качество и оценки баз знаний

Качество интеллектуальной деятельности определяется величиной риска ошибочных решений и характером ущерба от последствий таких ошибочных решений. Правильность решений зависит от нескольких факторов – *правильности знаний*, *точности знаний*, *правильности применения* знаний, *точности применения* знаний и полноты «индивидуальных знаний» (насколько часто лица, принимающие решения, владеют знаниями, необходимыми для принятия конкретных решений) [1].

Правильность знаний связана с тем, как часто знания приводят к правильным решениям при правильном их применении. *Точность знаний* показывает, как часто знания приводят к однозначным решениям при правильном их применении. ***Оценка правильности базы знаний*** может определяться множеством задач, которые ЭС правильно решает на основе БЗ, а ***оценка точности*** – подмножеством этого множества, для которого решения ЭС однозначны.

Процесс управления качеством интеллектуальной деятельности состоит, прежде всего, в повышении *качества* (*правильности* и *точности*) *знаний*, используемых специалистами [1]. Чтобы экспертная система (ЭС) оставалась полезной для специалиста, как минимум, оценка *правильности* ее *БЗ* («оценка БЗ») в течение всего времени эксплуатации ЭС должна оставаться лучше, чем «оценка знаний» специалиста. Поэтому ЭС должна быть интегрирована с системой управления ее БЗ [1].

Процесс усовершенствования баз знаний

Для того чтобы ЭС оставалась полезной для специалиста необходимо, чтобы информация обо всех задачах, решенных этим специалистом, и результаты последующего подтверждения (иногда – подтверждения внешними экспертами или специалистами) этих решений были доступны ЭС. Для получения этой информации достаточно включения ЭС в электронный документооборот интеллектуальной деятельности: информация о принятых специалистами решениях, а также о результатах подтверждения этих решений (назовем их *заключениями*, как в медицине) также должна включаться в эти документы в форме, допускающей ее обработку системой управления БЗ [1].

При наличии *решения задачи*, сделанного специалистом, *объяснения*, сформированного системой, и *заключения*, ответственные за качество знаний лица (эксперты) могут сравнить их. В случае несовпадения этих решений следует провести анализ сгенерированного объяснения, чтобы оценить, было ли *объяснение* неправильным, и следует ли пару <известные данные об объекте, *заключение*> использовать как прецедент для исправления базы знаний системы.

Среди прецедентов следует различать:

«точные» прецеденты – *случаи, в которых* ЭС предложила *точное решение;*

«неуточняемые» – ЭС предложила правильное, но неточное решение (несколько возможных альтернатив, среди которых было и правильное решение), но входные данные задачи не допускают его уточнения;

«уточняемые» – ЭС предложила правильное, но неточное решение (несколько возможных альтернатив, среди которых было и правильное решение), но входные данные задачи допускают ее точное решение или уменьшение числа альтернатив;

«неохваченные» – ЭС предложила неправильное решение (среди альтернативных решений не было правильного).

Поиск допустимых модификаций БЗ для всех новых прецедентов может вычисляться системой управления БЗ автоматически. Для выполнения модификации БЗ нужно выбрать один вариант допустимой модификации. Реализация этой функции должна осуществляться экспертами, входящими в группу управления БЗ при поддержке системы управления.

Поэтому требуются удобные для эксперта средства формирования обучающей выборки из *«уточняемых»* прецедентов, средства автоматического формирования на основе онтологии очередного варианта модификации БЗ и его оценивания (рис. 1). Удовлетворительный результат означает, что получен вариант БЗ с оценкой *правильности* не хуже оценки специалиста, поэтому он становится новой БЗ ЭС (вместо «текущей БЗ», используемой на этот момент).

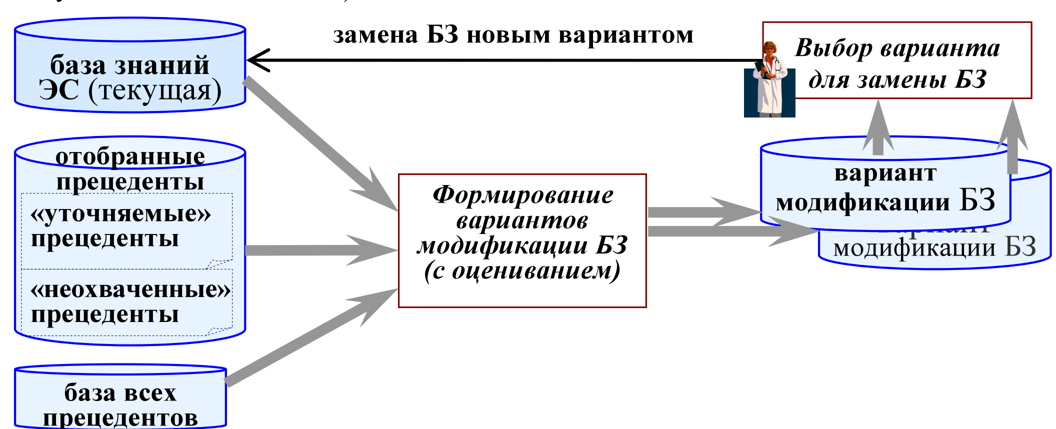


Рисунок 1 – Поддержка автоматического управления качеством баз знаний

В тех случаях, когда производится включение новых научных результатов в БЗ (через систему редактирования знаний), требуется автоматизированная поддержка оценивания нового варианта, чтобы убедиться, что *оценка правильности модифицированной БЗ* становится не хуже.

Трудно надеяться, что поддержка принятия решений с помощью ЭС для задач лишь одного класса (например, в медицине: поддержка диагностики без поддержки планирования лечения) может существенно улучшить качество всей интеллектуальной деятельности. Поэтому естественным развитием технологии автоматизации интеллектуальной деятельности являются семейства ЭС: для каждой задачи интеллектуальной деятельности разрабатывается своя ЭС; разные ЭС семейства связываются по входной/выходной информации, могут иметь некоторые общие базы знаний или их части, а также другие информационные ресурсы. Электронный документооборот также имеет смысл интегрировать с семейством ЭС [1].

Концептуальная модель автоматизации интеллектуальной деятельности и управления знаниями

При автоматизации отдельной *задачи принятия решений* на основе знаний (для одного раздела в предметной области) требуется разработать решатель экспертной системы (ЭС) с пользовательским интерфейсом (ПИФ), базу знаний и редактор знаний, а также подсистему оценивания БЗ. Современная система управления БЗ должна включать также АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки для модификации БЗ и подсистему модификации БЗ.

Это потребует затрат на системную инженерию [6], [7], создание программного обеспечения и баз знаний (включая управление ими) [8], а также на вспомогательные и организационные процессы.

Разработка программного обеспечения потребует следующие виды программных средств (ПС):

– решатель (обычно с ПИФ),

– редактор знаний (с встроенным контролем внутренних свойств знаний),

– подсистема документирования (со специализированными редакторами баз данных),

– АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки для модификации БЗ,

– подсистема модификации БЗ,

– подсистема оценивания БЗ.

Программное обеспечение специалистов предметной области представлено решателями и специализированными редакторами баз данных; подсистема документооборота (рис. 2) – специализированными редакторами баз данных и компонентами, генерирующими нужные отчеты; ПС модификации БЗ и оценивания БЗ состоит из двух компонентов – подсистема модификации БЗ, подсистема оценивания БЗ. Подсистема оценивания использует *базу прецедентов* – множество задач с известным решением (накапливающееся со временем). АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки имеет компонент для дополнения базы прецедентов новыми реальными случаями с заключениями, компонент отбора *«точных»* прецедентов и *«неохваченных»* прецедентов, а также компонент для облегчения эксперту проведения анализа объяснений в «*уточняемых»* прецедентах, их классификации и сохранения.

На этапе высокоуровневого проектирования любая подсистема из концептуальной архитектуры системы может являться обобщенной (т.е. быть системой взаимодействующих программных средств). Тогда потребуется сначала «подвергнуть» ее саму высокоуровневому проектированию с указанием всех необходимых ЭС для решения взаимосвязанных задач разных классов (например, задачи лечения, зависящей от результата решения задачи диагностики, задачи обследования, обращающейся к той же базе знаний, что используется диагностикой).

Построение одной или нескольких моделей такого уровня абстракции позволяет начать планирование работ по разработке программного обеспечения для специалистов, по разработке БЗ и БД, а также программного обеспечения для системы управления БЗ. Например, подсистема «программное обеспечение врача и медперсонала» рассматривается как совокупность подсистем-решателей, ориентированных на поддержку каждой интеллектуальной задачи (диагностика, прогноз и др.), и редактора данных для ведения документации.



Рисунок 2 – Пример концептуальной архитектуры системы автоматизации в медицине

После завершения высокоуровневого проектирования всей системы каждое ПС разрабатывается последовательно от анализа требований к нему и проектирования его архитектуры до квалификационных испытаний.

Первичной разработкой баз знаний занимаются эксперты. Они же занимаются их сопровождением и управлением ими, являясь пользователями системы управления качеством знаний в процессе всего периода эксплуатации системы.

Модель деятельности коллектива в случае автоматизации

В случае разработки комплекса ЭС для взаимосвязанных задач всех классов, решаемых специалистами, им предоставляется возможность взаимодействовать с решателями ЭС, а также вводить информацию с помощью специализированных редакторов. Экспертам предоставляются средства создания и управления базами знаний. В случае интеграции всех этих подсистем, устанавливаемых на рабочих местах сотрудников, с подсистемой документооборота, руководителям предоставляется возможность знакомиться со всеми результатами работы специалистов и производить обработку этих результатов.

На рис. 3 показана схема взаимосвязи элементов системы автоматизации.

В повседневной деятельности специалисты получают возможность использовать БЗ в качестве компьютерных справочников; специалистам доступен результат полного анализа всех входных данных каждой задачи на соответствие гипотезам. Преимущества в управлении качеством знаний связаны с монотонным ростом *оценки качества* баз знаний, которые можно использовать на практике.



Рисунок 3 – Схема интеграции поддержки решения задач с управлением знаниями (для автоматизации деятельности коллектива)

Таким образом, для автоматизации деятельности коллектива требуется разработать (а также тестировать, оценивать и сопровождать) следующие компоненты системы:

– решатели (и их ПИФ) – *n* штук (по числу разных интеллектуальных задач),

– одну подсистему документирования;

– БЗ – приблизительно n штук (например, для решения задач обследования и диагностики нужны база знаний о клинических проявлениях заболеваний и нормальных значениях признаков – на два решателя понадобится одна БЗ),

– редакторы знаний – приблизительно *n* штук (поскольку каждая БЗ имеет свою структуру, то число специализированных редакторов БЗ равно числу БЗ),

– АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки – *n* штук (поскольку каждая задача имеет свою структуру результата решения и объяснения, то для анализа прецедента, т.е. правильного решения задачи, и сопоставления его сгенерированному системой объяснению понадобится свой инструмент),

– подсистемы формирования вариантов модификации БЗ – *n* штук (поскольку по каждой задаче из прецедентов может быть сформирована обучающая выборка, то для генерации по ней вариантов модификации баз знаний для этой задачи понадобится свой инструмент),

– подсистему оценивания баз знаний – *n* штук (при модификации каждой БЗ, не связанной с выборкой прецедентов, например, при внесении в БЗ новых научных результатов, требуется ее оценивание).

При этом для всей совокупности баз знаний требуется одна команда экспертов по знаниям. Они занимаются и первичной разработкой баз знаний и управлением ими в процессе всего периода эксплуатации системы.

Заключение

В данной статье предложена модель автоматизации интеллектуальной деятельности и управления качеством используемых баз знаний. Управление качеством баз знаний требует автоматизации и интеграции с документооборотом и ЭС. Программные средства для управления качеством БЗ должны иметь доступ к документируемым результатам решения каждой очередной задачи, поддерживать сравнение решения и объяснения ЭС с заключением, поддерживать формирование вариантов допустимых модификаций БЗ, если объяснение ЭС для задачи было неправильно. Предложенная автоматизация встраивается в существующую организацию интеллектуальной деятельности и предлагает новый механизм управления ее качеством деятельности. Это подразумевает внедрение единого комплекса решателей задач и сопряженных с ними средств управления качеством БЗ.

Список литературы

1. Клещев А.С. Парадигма автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности. Часть 1. Особенности интеллектуальной профессиональной деятельности / А.С. Клещев, М.Ю. Черняховская, Е.А. Шалфеева // Онтология проектирования. Самара: «Новая техника», 2013. – № 3(9). – С. 53-69.
2. Дьяченко В.Г. Экспертиза качества медицинской помощи (Вопросы теории и практики / В.Г. Дьяченко // Abt. Associates Inc. Bethesda, Maryland. USA. Agency for international Development ENI/HR/HP. Washington. – 1996. – 203 с.
3. НПО РусБИТех. Единое информационное пространство в здравоохранении РФ. 2011 [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.myshared.ru/slide/96415/ (Актуально на 30.06.2013).
4. Шеян И. «Ростелеком» завершил создание электронной регистратуры и интегрированной электронной медкарты // Computerworld Россия/MedIT. 2012 [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html (Актуально на 30.06.2013).
5. Интернет-проект "Компьютерная диагностика преэклампсии [Электронный ресурс] / Зильбер А.П., Шифман Е.М., Павлов А.Г., Белоусов С.Е. – 1998 – Режим доступа : http://critical. onego.ru/critical/medlogic/ (Актуально на 14.03.2013).
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М. : Стандартинформ, 2005. – 57 с.
7. Клещев А.С. Системный анализ при автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности / А.С. Клещев, Е.А. Шалфеева // XIII Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием «КИИ-2012», 16 – 20 октября 2012 г. Труды конференции, Т. 2. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – С.128–135.
8. Клещев А.С. Управление интеллектуальными системами. Известия РАН / А.С. Клещев, В.В. Грибова // Теории и системы управления. – 2010. – № 6. – С. 122-137.

References

1. Kleshchev A.S. Chernyakhovskaya M. Yu., Shalfeeva E.A. Automation paradigma of intelligent professional activity. Part 1. Features of intellectual professional activity // Design Ontology. Samara: "New equipment", 2013. - No. 3(9). – Page 53-69.
2. Dyachenko V. G. Examination of quality of medical care (Theory and practice questions//Abt. Associates Inc. Bethesda, Maryland. USA. Agency for international Development ENI/HR/HP. Washington. - 1996 . - 203 pages.
3. NPO Rusbitekh. Common information space in health care of the Russian Federation. 2011 . - http://www.myshared.ru/slide/96415/

4. Sheyan I. "Rostelecom" finished creation of electronic registry and the integrated electronic medical card//Computerworld Russia/MedIT. 2012 . - http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html
5. Zilber A.P. Shiffman E.M. Pavlov A.G. Belousov of Page E. Computer Diagnostics of a Preeklampsiya Internet project, 1998. http://critical. onego.ru/critical/medlogic/(It is actual on 14.03.2013).
6. GOST P ISO/MEK 15288-2005 Information technology. System engineering. Processes of life cycle of systems. – M.: Standartinform, 2005. – 57 pages.
7. Kleshchev A.S. Shalfeeva E.A. The system analysis at automation of i intelligent professional activity//the XIII National conference on artificial intelligence with the international participation of "KII-2012", on October 16-20, 2012. Conference works, т.2. - Belgorod: BGTU publishing house, 2012. - Page 128-135.
8. Kleshchev A.S. Gribova V. V. Intelligent systems control. News of the Russian Academy of Sciences. // Theories and control systems. 2010 . No. 6. - Page 122-137.

RESUME

E.A. Shalfeeva

Conceptual Model of the Integrated Complex of Intelligent Services and its Control Tools

Background: the analysis of the organization of daily intelligent activity and its quality control shows need of automation of performance of intellectual activity and its quality ensuring. Need of automation of control of decisions made by experts is obvious. Support of such administrative measures is, as a rule, carried out through document flow automation.

Materials and methods: In the presence of task's solution made by specialist, the explanation created by expert system, and the verified conclusion, expert can compare them. In case of discrepancy of these decisions it is necessary to carry out the analysis of the generated explanation to estimate, whether there was an explanation wrong, and whether the pairs <input data, the verified conclusion> to use as precedent for correction of the knowledge base.

Results: The automation of intelligent activity will demand the following types of the software components: solver, knowledge editor, a subsystem of documenting, workplace for analysis of precedents and formation of training samples for knowledge modification, a subsystem of knowledge modification, a subsystem of knowledge base estimation.

Conclusion: In this article the model of automation of intelligent activity and knowledge bases quality control is proposed. The offered automation is built in the existing organization of intelligent activity and offers the new mechanism of its quality control. It means the development of a united system of task solvers and the knowledge base modification tools.

Статья поступила в редакцию 13.05.2014.